

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 21/3065

(11) 공개번호 특허2002-0027375

(43) 공개일자 2002년04월 13일

(21) 출원번호 10-2001-7016766

(22) 출원일자 2001년 12월 28일

번역문제출일자 2001년 12월 28일

(86) 국제출원번호 PCT/US2000/16143

(87) 국제공개번호 WO 2001/03163

(86) 국제출원출원일자 2000년06월 12일

(87) 국제공개일자 2001년01월 11일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나다 스위스 리히텐슈타인 중국 쿠바 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그루지아 헝가리 이스라엘 아이슬란드 일본 케냐 키르기즈 북한 대한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 슬로베니아 슬로바키아 타지키스탄 투르크메니스탄 터키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 미국 우즈베키스탄 베트남 폴란드 포르투갈 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 아랍에미리트 안티구아바루다 코스타리카 도미니카연방 알제리 모로코 탄자니아 남아프리카 모잠비크 그레나다 가나 감비아 크로아티아 인도네시아 인도 시에라리온 유고슬라비아 짐바브웨 AP, ARIPOT특허 : 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 시에라리온 가나 감비아 짐바브웨 모잠비크 탄자니아

EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄

EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 사이프러스

OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부와르 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고 기네비소

(30) 우선권주장 09/343,481 1999년06월30일 미국(US)

(71) 출원인 램 리서치 코퍼레이션

(72) 발명자 미함중국, 캘리포니아 94538-6470, 프레몬트, 쿼텟 파크웨이 4650

하오팡글리

미국캘리포니아95014쿠퍼티노이튼플레이스21920

딘드사라진더

미국캘리포니아95148새너제이로링사이드드라이브3670

(74) 대리인 이영필, 권석출

심사청구 : 없음

(54) 반도체 처리용 가스 분배 장치

요약

반도체 처리용 가스 분배 시스템은 샤워헤드 뒷면상에 바람직한 가스 분배를 얻기 위하여 용기된 표면을 포함한다. 이러한 시스템은 하나 또는 그 이상의 가스가 배플 플레이트와 온도 제어된 지지 부재 사이의 플레넘으로 개방된 개구로 공급되는 것을 포함한다. 배플 플레이트는 바람직한 가스 분배를 달성하기 위하여, 불균일한 두께 및 기하학적으로 제어된 개구를 포함한다. 일 실시예에 따른 배플 플레이트는 배플 플레이트의 평탄한 하부 표면에 있는 배출구를 통과한 압력 균일도를 달성하기 위하여, 배플 플레이트의 관통 거리가 다르게 연장되며, 균일한 직경의 홀들을 갖는 원뿔 형태를 갖는다. 다른 실시예에 따른 배치에 따르면, 홀은 중앙에 위치된 가스 공급 출구 위치로부터 멀어지는 방향으로 갈수록 점진적으로 더 큰 직경을 갖는다. 배플 플레이트의 형태 및 홀의 형상은 바람직한 가스 압력 분배를 달성하기 하도록 설계될 수 있다.

대표도

도3a

## 색인어

가스 분배, 배플 플레이트, 샤워헤드

## 영세서

## 기술분야

본 발명은 집적 회로 웨이퍼와 같은 반도체 기판 처리를 위한 반응 챔버에 관한 것으로, 특히, 이러한 반응 챔버내에 이용되는 가스 분배 시스템에 관한 것이다.

## 배경기술

반도체 제조 공정은 금속막, 절연막 및 반도체 물질을 화학 기상 증착(chemical vapor deposition: CVD)와 같은 증착 방식으로 증착하는 공정, 이러한 막들을 식각하는 공정, 포토레지스트 마스크층의 에칭(ashing) 공정등을 포함한다. 식각의 경우, 플라즈마 식각은 일반적으로 금속층, 절연층 및 반도체 물질층을 식각하는데 사용된다. 병렬 플레이트 플라즈마 리액터는 일반적으로 하나 또는 그 이상의 배플(baffles)을 포함하는 가스 챔버, 식각 가스를 통과시키는 샤워헤드 전극(showerhead electrode), 하부 전극 상에서 실리콘 웨이퍼를 지지하는 페데스탈(pedestal), RF 파워 소스, 및 가스 챔버내로 가스를 공급하기 위한 가스 인젝션 소스를 포함한다. 가스는 전극에 의하여 플라즈마 형태로 이온화된다. 이 플라즈마는 샤워헤드 전극 하부에서 지지되는 웨이퍼를 식각한다.

반도체 기판의 플라즈마 처리용 샤워헤드 전극은 미국 특허 5,074,456호, 5,472,565호, 5,534,751호 및 5,569,356호에 개시되었다. 그 밖의 다른 샤워헤드 전극 가스 분배 시스템은 미국 특허 번호 4,209,357호, 4,263,088호, 4,270,999호, 4,297,162호, 4,534,816호, 4,579,618호, 4,590,042호, 4,593,540호, 4,612,077호, 4,780,169호, 4,792,378호, 4,820,371호, 4,854,263호, 5,006,220호, 5,134,965호, 5,494,713호, 5,529,657호, 5,593,540호, 5,595,627호, 5,614,055호, 5,716,485호, 5,746,875호 및 5,888,907호에 개시되었다.

플라즈마 식각 공정동안, 플라즈마를 형성하기 위하여, 상대적으로 낮은 압력하에서 가스에 다량의 에너지를 가하고, 가스를 이온화하여, 웨이퍼의 마스크된 표면에 플라즈마를 형성한다. 웨이퍼의 전위(electrical potential)를 조절함으로써, 플라즈마내에서 충전된 식각종(species)이 웨이퍼 상부에 수직으로 충돌되도록 향하게 되어, 웨이퍼의 마스크되지 않은 영역내의 물질이 제거된다.

웨이퍼의 전체 표면상부에 균일한 식각비를 얻기 위하여, 웨이퍼의 표면 상부에 플라즈마를 고르게 분배시키는 것이 바람직하다. 현재 가스 분배 설계는 웨이퍼상의 바람직한 식각 효과를 달성하기 위하여, 식각 가스의 고른 분포를 최적화시키기 위한 다중 배플을 포함한다. 일반적인 가스 분배 챔버 설계는 수백의 개구부 또는 복합체(complex)를 갖는 배플을 포함하고, 샤워헤드 전극의 뒷면으로 식각 가스의 고른 분배를 확보하기 위한 기하학적인 형태로 제조하기 어렵다. 전극의 형태를 이용하여 가스의 흐름을 제어하는 몇몇의 기술이 시도되고 있다. 그러나, 형태학적으로 복잡한 매우 청정한 실리콘 전극을 제조하는 것은 어려울 뿐만 아니라 고가이다. 12 인치(inch, 300mm) 웨이퍼와 같은 대구경의 웨이퍼를 식각할 때, 샤워헤드를 가로질러 균일한 압력 분포를 형성하도록 공정 가스를 조절하는 것은 심지어 더욱 어렵다. 개구 및 배플의 수는 식각 가스의 균일한 분배를 유지하기 위하여 현저하게 증가되어야 한다. 배플 내의 개구수가 증가하고, 배플의 수가 증가함에 따라, 이러한 가스 분배 장치를 제조하는데 복잡성 및 단가가 크게 증대한다.

미국 특허 5,736,457호는 싱글 및 듀얼 '다마신(damascene)' 금속 배선 공정을 설명한다. '싱글 다마신' 시도에서, 비아들 및 도전물들은 다른 스텝으로 형성된다. 여기서, 도전물 또는 비아중 어느 하나를 위한 금속 배선 패턴은 절연층내로 식각되어 형성되고, 금속층은 절연층내에 식각된 그루브(grooves) 혹은 비아홀내에 매립되며, 과잉 금속은 화학적 기계적 평탄화(chemical mechanical planarization, CMP) 또는 에치백에 의하여 제거된다. '듀얼 다마신' 시도에서, 비아 및 도전물용 금속 패턴은 절연층내에 식각되어 형성되고, 단일 금속 매립 및 과잉 금속 제거 공정으로, 식각된 그루브 및 비아 개구에 금속이 매립된다.

상술한 바로부터, 반도체 기판의 크기가 증대됨에 따라 기판상의 공정가스의 균일한 분배를 달성할 수 있는 능력이 점점 어려워짐을 알 수 있다. 따라서, 개선된 가스 분배 시스템이 요구되고 있다. 더 나아가, 가스 분배 시스템의 구성 요소가 규칙적으로 교환된다는 점에서, 이러한 구성 요소가 그것의 경제적인 제조가 용이한 방법으로 고안된다면 바람직할 것이다.

## 발명의 상세한 설명

본 발명은 샤워헤드를 통하여 전달되는 바람직한 가스 분배를 달성하기 위하여 가스 분배 챔버내에 용기된(contoured) 표면을 포함하는 가스 분배 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 가스 분배 시스템은 바람직하게, 지지 본체, 가스 분배 챔버, 가스 공급관, 샤워헤드 및 용기된 표면을 포함한다. 가스 공급관은 상기 가스 분배 챔버내로 압축된 공정 가스를 공급하고, 샤워헤드는 상기 가스 분배 챔버내의 압축된 공정 가스가 샤워헤드 뒷면에 압력을 공급하면서, 압축된 공정 가스가 샤워헤드의 뒷면과 반대측면 사이로 연장된 개구를 통과하도록, 상기 지지 본체에 의하여 지지된다. 용기된 표면은 가스 분배 챔버내에 위치하며, 샤워헤드의 뒷면에 바람직한 가스 압력 분배를 제공하는 효과가 있다.

상기 용기된 표면은 지지 본체상에 위치될 수 있으며, 또는 가스 분배 챔버내에 위치한 배플 플레이트상에 위치될 수 있다. 일례로, 용기된 표면은 배플 플레이트 또는 지지 본체의 하부 표면상의 비평탄한 상부 및/또는 하부 표면을 포함할 수 있다. 가스 분배 챔버는 배플 플레이트의 반대면의 상부 및/또는 하

부 플레늄 또는 용기된 표면과 샤워헤드 윗면사이의 개방 공간을 포함할 수 있다. 지지 본체는 냉각수가 순환될 수 있는 적어도 하나의 냉각 채널을 포함한다.

가스 공급관은 가스 분배 챔버의 다양한 영역으로 개방될 수 있다. 예를들어, 가스 공급관은 배플 플레이트를 향하는 지지 부재의 평탄한 표면내의 중앙 개구를 통해서 공정 가스를 공급할 수 있고, 이러한 경우, 상기 배플 플레이트는 그것의 중심 부분에서는 그 두께가 더 크고, 그것의 가장자리 부분에서는 그 두께가 더 작다. 한편, 가스 공급관은 상기 상부 플레늄의 가장자리 영역으로 개방된 고리형 채널을 통하여 공정 가스를 공급하고, 이러한 경우, 상기 배플 플레이트는 그것의 중심 부분에서는 그 두께가 더 작고, 그것의 가장자리 부분에서는 그 두께가 더 크다. 상기 배플 플레이트는 그것의 상부 및 하부 표면 사이로 연장된 균일한 크기의 개구를 갖고, 배플 플레이트의 중앙 영역의 개구 또는 가장자리 영역의 개구중 어느 하나의 길이가 더 크다.

지지 본체의 하부 표면이 용기된 표면인 경우, 가스 공급관은 상기 지지 본체의 하부 표면에 있는 중앙 개구를 통하여 공정 가스를 공급하고, 상기 개방 공간은 중앙 영역이 보다 작고, 가장자리 영역이 보다 크다. 한편, 가스 공급관은 상기 개방 공간의 가장자리 영역으로 개방된 가스관을 통하여 공정 가스를 공급하고, 이러한 경우 샤워헤드는 중앙 영역내의 용기된 표면과는 달리 배치되고, 가장자리 영역의 용기된 표면과 밀접하게 배치된다.

상기 용기된 표면은 지지 본체와 일체로 된 배플 섹션의 상부 및/또는 하부의 비평탄한 표면이 되고, 가스 분배 챔버는 상기 배플 섹션 상부의 상부 플레늄 및 상기 배플 플레이트 하부의 하부 플레늄을 포함한다. 이러한 경우, 상부 플레늄은 상기 지지 본체의 상부 측벽 및 상기 상부 측벽과 마주하여 밀폐시키는 커버 플레이트(임의로 하나 또는 그 이상의 냉각채널을 포함할 수 있음)에 의하여 에워싸여져 있고, 하부 플레늄은 지지 본체의 하부 측벽 및 상기 하부 측벽과 마주하여 밀폐시키는 샤워헤드에 의하여 에워싸여져 있다.

#### 도면의 간단한 설명

본 발명의 목적과 더불어 그의 다른 목적 및 신규한 특징은, 본 명세서의 기재 및 첨부 도면에 의하여 명료해질 것이다.

도 1은 본 발명에 따른 가스 분배 챔버의 단면도이다.

도 2는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 가스 분배 시스템의 분해 사시도이다.

도 3a 내지 도 3e는 본 발명에 따른 다양한 형태의 용기된 표면 배치를 나타낸 단면도이다.

도 4는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 배플 플레이트의 단면도이다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 가스 분배 시스템에서 수행될 수 있는 식각 공정을 나타낸 도면이다.

#### 실시예

본 발명의 이해를 돕기 위하여, 이하 상세한 설명은 도면을 의거하여 설명하고, 본 발명의 바람직한 실험예를 기술, 설명한다. 또한, 도면에서 본 발명의 핵심 구성 요소를 확인하는데 사용되는 도면 부호는 명세서 전체에 걸쳐 동일하다.

본 발명에 따르면, 공정 가스는 샤워헤드 하부에 위치한 기관에 하나 또는 그 이상의 가스 공급부로 부터 균일하게 분배될 수 있다. 샤워헤드는 반도체 기관 상부에 공정 가스를 분배시키는데 바람직한 여러 가지 반도체 처리 장치에 사용될 수 있다. 그러한 장치로는 CVD 시스템, 애셔(asher), 용량 결합된 플라즈마 리액터(capacitive coupled plasma reactor), 유도 결합된 플라즈마 리액터(inductive coupled plasma reactor), ECR(electron-cyclotron resonance) 반응기 등이 있다.

병렬 플레이트 플라즈마 반응기용 가스 분배 시스템이 도 1에 도시되어 있으며, 지지 플레이트(20) 및 샤워헤드(22)는 밀폐된 가스 분배 챔버(24)를 한정도록 위치된다. 하나 또는 그 이상의 배플 플레이트를 포함하는 배플 어셈블리(26)는 지지 플레이트(20) 및 샤워헤드(22) 사이에 위치된다. 본 발명에 따르면, 배플 어셈블리(26)의 형태 및 배치는 샤워헤드(22)의 윗면(28)으로 가스가 균일하게 분배되도록 형성하는 것이다. 화학 기상 증착 또는 건식 플라즈마 식각 공정과 같은 반도체 웨이퍼 공정에서는, 이러한 공정의 재현성(consistency) 및 수율을 개선시키기 위하여 기관에 걸쳐 제어된 공정 가스 분배가 요구된다.

본 발명에 따르면 용기된(contoured) 표면은 샤워헤드의 윗면에 바람직한 가스 압력 분배를 제공하는데 이용된다. 가스 분배 시스템은 바람직하게는 지지 본체, 가스 분배 챔버, 가스 공급관(gas supply inlet), 샤워헤드 및 용기된 표면을 포함한다. 가스 공급관은 압축된 공정 가스를 가스 분배 챔버내로 공급한다. 샤워헤드는 상기 가스 분배 챔버내의 압축된 공정 가스가 샤워헤드의 윗면에 압력을 공급하면서, 압축된 공정 가스가 샤워헤드의 윗면과 반대측면 사이로 연장되는 개구를 통과하도록, 지지 본체에 의하여 지지된다.

용기된 표면은 가스 분배 챔버내에 위치한 지지 몸체 또는 배플 플레이트 상에 위치된다. 예를들어, 용기된 표면은 배플 플레이트의 비평탄한 상부 및/또는 하부 표면 또는 지지 본체의 하부 표면을 포함할 수 있다. 가스 분배 챔버는 배플 플레이트의 반대측면상의 상부 또는 하부 플레늄(plenums) 또는 용기된 표면과 샤워헤드의 윗면 사이의 개방 공간을 포함할 수 있다. 지지 본체는 냉각수가 순환될 수 있는 적어도 하나의 냉각 채널을 포함할 수 있다.

가스 공급관은 가스 분배 챔버의 가변 영역내로 개방될 수 있다. 예를들어, 가스 공급관은 배플 플레이트의 두께가 중앙 부분이 더 두껍고, 가장자리 부분이 더 작은 경우에, 배플 플레이트를 향하는 지지 본체의 평탄한 표면내의 중앙 개구를 통하여 공정 가스를 공급할 수 있다. 또한, 가스 공급관은 배플 플레이트의 두께가 중앙 부분이 더 작고, 가장자리 부분 더 큰 경우에, 상부 플레늄의 가장자리 영역으로 개

방된 관(inlet)을 통하여 공정 가스가 공급될 수 있다. 배플 플레이트는 상부 표면에서 하부 표면까지 연장된 균일한 사이즈의 개구들을 포함할 수 있으며, 개구들은 배플 플레이트의 중앙 영역 또는 배플 플레이트의 가장자리 영역 중 어느 하나의 길이가 더 길다.

용기된 표면이 지지 본체의 하부 표면인 경우에, 가스 공급관은 하부 표면내의 중앙 개구를 통하여 공정 가스를 공급할 수 있으며, 개방 공간은 그것의 중앙 영역이 더 작아질 수 있고, 가장자리 영역이 더 커질 수 있다. 또한, 가스구는 예를들어, 샤워헤드가 가장자리 영역에서 용기된 표면과 밀접한 간격으로 배치되고, 중심 영역의 용기된 표면과는 더 먼 거리로 배치되는 경우에, 개구 공간의 가장자리 영역으로 개방된 고리형 채널과 같은 관을 통하여 공정 가스를 공급할 수 있다. 또한, 용기된 표면이 바람직한 가스 압력 분포를 달성할 수 있는 형태로 될 경우, 관은 개방 공간의 일측면에만 제공될 수 있다.

용기된 표면은 가스 분배 챔버가 배플 섹션 상부의 상부 플레뉴와 배플 섹션 하부의 하부 플레뉴를 포함하는 경우에, 지지 본체와 일체로 된 배플 섹션의 상부 및/또는 하부 비평탄한 표면이 될 수 있다. 이러한 경우, 상부 플레뉴는 지지 본체의 상부 측벽 및 상부 측벽에 마주하여 밀폐시키는 커버 플레이트(임의로 하나 또는 그 이상의 냉각 채널을 포함할 수 있음)에 의하여 에워싸여질 수 있고, 하부 플레뉴는 지지 본체의 하부 측벽 및 하부 측벽에 마주하여 밀폐시키는 샤워헤드에 의하여 둘러싸여질 수 있다.

용기된 표면은 불균일한 두께의 배플 플레이트가 제공될 수 있으며, 배플 플레이트는 기하학적으로 제어된 개구를 포함할 수 있으며, 바람직한 가스 분배를 달성하기 위하여 개구의 길이 및/또는 사이즈는 가변될 수 있다. 용기된 배플 플레이트의 일 실시예가 도 2에 도시되어 있고, 여기서, 배플 플레이트(92)는 용기된 상부 표면(94)을 포함한다. 배플 플레이트(92)는 지지 플레이트(20) 및 샤워헤드(22)에 의하여 한정되는 가스 분배 챔버(24)내에 위치된다. 배플 플레이트(92)는 샤워헤드(22) 및 지지 플레이트(20)와 접하는 수직벽(96)을 포함한다. 또한, 배플 플레이트(92)는 지지 플레이트의 상부 표면에 리세스를 제공하고, 커버 플레이트로 상기 리세스를 밀폐시킴에 의하여, 지지 플레이트(20)와 일체로 형성될 수 있다.

배플 플레이트의 중심 상부에서 가스 압력이 가장 높을 경우, 배플 플레이트 하부의 균일한 가스 압력은 중앙의 높은 영역(98)으로부터 가스 분배 챔버(24)의 가장 자리를 향하여 계속적으로 경사진 용기된 상부 표면(94)의 설계에 의하여 달성될 수 있다. 가스는 배플 플레이트(92)의 평탄한 하부 표면(95)에 대하여 수직인 개구(100)를 통과된다. 그러나, 바람직하다면 개구(100)의 일부 또는 전체가 하부 표면에 대하여 수직이 아닐 수도 있다.

도 2의 배치에서와 같이, 공정 가스는 일반적으로 중앙에 위치한 가스 공급관(102)을 통하여 전달된다. 그러나, 가스는 중앙에 위치되지 않은 가스 공급관 및/또는 다중 가스 공급관을 통하여 공급되어질 수 있다. 지지 플레이트(20)와 배플 플레이트(92)의 상부 표면(94) 사이의 플레뉴에서, 공정 가스 압력은 중앙에 위치한 가스 공급관(102)의 압력과 가장 근접하고, 배플 플레이트(92)의 가장자리로 향할수록 감소한다. 배플 플레이트(92)내의 개구(100)를 통하여 가스가 흐름에 따라 발생하는 마찰로 인하여 압력이 손실된다. 단면이 원형인 개구부에서의 압력 강하는 다음의 식으로 표현된다.

$$C \propto D^3/L$$

여기서, C는 가스 유량 콘덕턴스(conductance), D는 홀 직경 및 L은 홀의 길이를 나타낸다. 일반적으로, 동일한 사이즈의 개구를 위하여, 더 긴 길이를 갖는 개구는 짧은 길이를 갖는 개구보다 마찰력으로 인하여 더 큰 압력 손실을 유발한다. 마찬가지로, 가스의 유량비는 개구의 직경에 비례하고, 개구의 길이에 정확히 반비례하므로, 개구부의 직경 변화가 길이 변화보다 마찰 압력을 더욱 크게 변화시킨다. 배플 플레이트(92)의 상부 표면(94)의 경사는 배플 플레이트(92)를 가로지른 개구(100)의 길이의 변화를 얻도록 설계되는 것이 바람직하다. 실시예에서 보여진 바와 같이, 가장 긴 개구는 배플 플레이트(92)의 중심의 높은 영역(98)으로부터 시작하고, 이 영역에서의 가스 공급관 가스 압력이 가장 높다. 경사진 표면으로 기인하여, 배플 플레이트(92)의 중심의 높은 영역(98)으로부터 멀리 개구를 형성할 수록 개구의 길이는 짧아진다. 기하학적으로 제어된 배플 플레이트의 설계에 있어서, 배플 플레이트(92)의 가스 출구 및 샤워헤드(22)의 뒷면의 접촉부에 의하여 실질적으로 균일한 가스 분배가 이루어질 수 있도록, 배플 플레이트(92)의 용기된 상부 표면(94)의 슬로프 및 배플 플레이트(92)를 관통하는 개구(100)의 위치를 선택하는 것이 가능하다. 만일, 불균일하게 제어된 압력 분배가 요구된다면, 개구(100) 및 배플 플레이트(92)의 용기부는 바람직한 압력 분배를 형성하도록 선택되어질 수 있다.

개구(100)의 직경은 배플 플레이트에 걸쳐 동일할 수 있거나, 직경이 가변될 수 있다. 예를들어, 배플 플레이트(92)의 주변에 있는 개구를 통하여 상대적으로 낮은 압력 가스의 흐름에 대하여 작은 마찰 압력 손실을 제공하도록, 배플 플레이트(92)의 가장자리 인근에 큰 직경의 개구(104)가 위치될 수 있다. 수정된 기하학적으로 제어된 배플 플레이트에 있어서, 배플 플레이트는 바람직한 압력 분포를 얻도록 여러가지 바람직한 형태 및/또는 불균일한 홀 사이즈 및/또는 홀의 각도가 가변될 수 있다. 일례로, 샤워헤드에 대하여 균일한 압력이 요구된다면, 중앙으로 공급되는 가스 분배 시스템에서는, 홀들은 배플 플레이트의 가장자리에서 더 큰 직경을 갖고, 중심 부분에서는 더 작은 직경을 갖을 수 있다. 반대로, 공정 가스가 플레뉴의 가장자리로 공급되는 가스 분배 시스템에서는, 홀들은 배플 플레이트의 중심에서 더 클 수 있다.

용기된 표면(94)의 다양한 실시예가 도 3a 내지 도 3e에 도시되어 있다. 도 3a에 의하면, 용기된 표면(94)은 배플 플레이트(92)의 상부 표면이 되고, 가스 공급관(102)은 가스 분배 챔버(24)의 중앙 부분으로 공정 가스를 공급하고, 배플 플레이트(92)는 중간 부분이 더 두껍고 가장자리 부분은 더 얇다. 그러므로, 가스 압력이 가장 높은 영역에서(예를들어, 가스 공급관(102)이 챔버(24)내로 개방된 영역), 배플 플레이트를 관통하는 개구(100)가 더 길다. 그러므로, 배플 플레이트(92)와 샤워헤드(22) 사이에 있는 하부 플레뉴(24a)에 공정 가스가 도입될때, 공급관을 통과하는 공정 가스의 가스 압력이 저하된다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 지지 본체(20)는 하나 또는 그 이상의 냉각 채널(21)을 포함할 수 있다.

도 3b는 지지 본체(20)와 일체인 배플 플레이트(92)의 배치를 보인다. 이러한 경우, 용기된 표면(94)은

지지 본체(20)의 상부 표면이 되고, 가스 분배 챔버(24)는 배플 섹션(92)과 커버 플레이트(20a)사이의 상부 플레눔과, 배플 섹션(92)과 샤워헤드(22) 사이의 하부 플레눔(24)을 포함한다. 플레눔(24,24a)은 지지 본체(20)의 측벽(20b,20c)에 의하여 더 둘러싸여져 있다.

도 3c는 용기된 표면(92)이 배플 플레이트(92)의 하부 표면이 되는 배치를 보여주고 있다. 이러한 배열에서, 가스 공급관(102)은 상부 플레눔(24)의 중앙 영역으로 개방되고, 배플 플레이트(92)는 그것의 가운데 영역이 더 두껍고, 가장자리 영역이 더 얇다. 결과적으로, 개구(100)는 배플 플레이트(92)의 중앙 영역에서 더 길기 때문에, 배플 플레이트(92)의 중앙 부분으로 가스가 통과할 때, 가스 압력이 감소되는 효과가 있다. 그러므로, 용기된 표면이 배플 플레이트(92)의 상부 표면인 경우와 마찬가지로, 도 3c의 배열은 샤워헤드(22)의 뒷면에 가스 압력의 고른 분배를 얻을 수 있는 효과가 있다.

도 3d는 공정 가스가 상부 플레눔(24)의 가장자리 영역으로 도입됨에 의하여, 가스 공급관(102)이 상부 플레눔(24)의 주변으로 연장된 고리형 채널로 개방된 형태를 나타낸다. 결과적으로, 가스 압력은 고리형 채널(102a)의 부근에서 가장 높고, 가스 압력은 플레눔(24)의 중앙 영역을 향할수록 점점 낮아진다. 상기 용기된 표면(94)은 배플 플레이트(92)의 상부 표면이 되고, 배플 플레이트(92)는 가장자리 영역에서는 더 두꺼워지고, 중앙 영역에서는 더 얇아진다. 그러므로, 개구(100)는 배플 플레이트의 가장자리 영역이 더 길고, 중앙 영역이 더 짧다. 결과적으로, 배플 플레이트의 가장자리 영역에 있는 개구를 통과하는 공정 가스의 가스 압력은 샤워헤드(22)의 뒷면에 가스 압력이 더욱 고르게 분배되는 것을 제공하기 위하여, 공정 가스가 하부 플레눔(24a)에 도입될 때까지 감소된다.

도 3e는 용기된 표면(94)가 지지 본체(20)의 하부 표면일때의 배치를 나타낸다. 상기 배열에서 보여진 바와 같이, 가스 공급관(102)은 가스 분배 챔버(24)의 가장자리 영역의 고리형 채널내로 개방된다. 그러한 형태로, 챔버(24)의 중앙 영역에서의 가스의 압력 강하가 감소된다. 용기된 표면(94)이 샤워헤드(22)를 향하여 경사져있기 때문에, 용기된 표면(94)과 샤워헤드의 가장자리 영역으로 향하는 방향으로의 샤워헤드(22)의 뒷면 사이의 거리가 감소되고, 샤워헤드(22)의 뒷면에서의 가스 압력이 보다 균일하게 만들어질 수 있다. 그러나, 가스 주입구(102)가 챔버(24)의 중심으로 개방된다면, 용기된 표면(94)은 용기된 표면(94)과 샤워헤드의 뒷면 사이의 거리가 샤워헤드의 가장자리에서 최대가 되고, 샤워헤드의 중심 영역에서 최소가 되도록 반대가 되어야 할 것이다.

경사진 본체를 통과하는 각각의 개구는 샤워헤드(22)상으로 개방되는 가스 공급관의 출구(outlet:106)를 포함한다. 도 4에 도시된 바와 같이, 출구(106)는 배플 플레이트(92)로 배출시킬 가스의 압력을 조절하기 위한 확산기(diffuser)로서 작용하도록, 배플 플레이트의 바람직한 위치상에 단차가 지거나 테이퍼(taper) 형태(예를들어 흡의 직경이 표면(95)에서 가장 큰 경우)로 형성될 수 있다. 개구(100)로 가스를 배출시킬때, 테이퍼 형상의 출구(106)는 압력 강하를 유발하므로, 단차진(예를들어, 직경이 변화되는 형태인) 출구(107)는 개구로 가스를 배출시킬때 더 큰 압력 강하를 유발할 수 있다. 불균일한 두께 및 기하학적으로 제어된 형상의 개구를 갖는 배플 플레이트를 포함함에 의하여, 본 발명은 12 인치 대구경 웨이퍼 공정시, 바람직한 가스 분배 균일도를 얻을 수 있다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명에 의하여 어떻게 듀얼 다마신이 단일 공정으로 식각될 수 있는지를 개략적으로 나타낸다. 도 5a는 예비 식각 공정을 나타내며, 여기서, 트렌치에 해당하는 개구부(500)는 실리콘 산화막으로 된 제 1 절연막(540), 실리콘 질화막으로 된 제 1 식각 저지층(560), 실리콘 산화막으로 된 제 2 절연막(580), 실리콘 질화막으로 된 제 2 식각 저지층(600) 및 실리콘 웨이퍼로 된 기판(620)의 적층물 상부에 형성되는 포토레지스트 마스크층(520)내에 제공된다. 단일 식각 공정으로 제 1 식각 저지층(560)을 관통하는 비아 식각을 달성하기 위하여, 제 1 식각 저지층(560)은 개구부(640)를 포함한다. 도 5b는 식각 이후의 구조를 나타내며, 개구부(500)는 절연막(540)으로부터 제 1 식각 저지층(560)까지 연장되며, 개구부(640)는 제 2 절연막(580)으로부터 제 2 식각 저지층(600)까지 연장된다. 이러한 형태를 '자기정렬 듀얼 다마신(self-aligned dual-damascene)'이라 칭할 수 있다.

식각 공정동안, 제 1 및 제 2 실시예에서, 제 1 및 제 2 가스 공급원으로 부터 공급되는 공정 가스의 조건들은 상호 전환될 수 있다. 예를들어, 트렌치(500) 식각동안, 아르곤(Ar), 산소(oxygen) 및 플로우 카본(예를들어, CHF<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>)이 공급될 수 있으며, 비아(640)를 식각하는 동안, 웨이퍼의 중심 영역으로 산소의 공급을 감소시킬 수 있다. 그러므로, 본 발명에 따르면, 가장자리가 빨리 식각되는 현상 및 중앙이 빨리 식각되는 현상을 보상하도록 플라즈마 챔버내에서 웨이퍼의 중앙 및 가장자리로의 가스 흐름을 조절할 수 있다. 예를들어, 일반적인 플라즈마 식각 장치에서, 중앙이 빠르게 식각되는 현상이 발생한 후에, 포토레지스트가 침식될때까지 가장자리가 빠르게 식각되는 현상이 발생할 수 있다. 본 발명에 따른 가스 분배 장치에서는 포토레지스트층이 침식될 때 중앙으로의 산소의 흐름이 감소될 수 있기 때문에, 웨이퍼상에 포토레지스트층이 형성되어 있을 때, 중앙으로 산소가 더 공급될 수 있다. 그 결과, 가장자리가 빠르게 식각되는 현상 및 중앙이 빠르게 식각되는 현상을 보상할 수 있는 더욱 균일한 식각을 달성할 수 있다.

#### 산업상이용가능성

본 발명의 공정은 FSG(fluorinated silicon oxide)와 같은 도핑된 실리콘 산화막, 실리콘 산화막, SOG(spin on glass), BPSG(boro phosphate silicate glass), 및 PSG(phosphate silicate glass)와 같은 실리케이트 글라스(silicate glasses), 도핑된 또는 도핑되지 않은 열성장 산화막, 실리콘 산화막이 증착된 도핑된 또는 도핑되지 않은 TEOS막들과 같은 다양한 절연막의 플라즈마 식각을 포함하는 플라즈마 공정을 변화시켜가면서 적용할 수 있다. 절연 도펀트는 보론(boron), 인(phosphorus) 및/또는 비소(arsenic)를 포함한다. 상기 절연막들은 도전층 또는 폴리실리콘과 같은 반도체층, 알루미늄, 구리, 티타늄, 텅스텐, 몰리브덴과 같은 금속 또는 금속 화합물, 티타늄 질화막과 같은 질화막 계열, 티타늄 실리사이드, 코발트 실리사이드, 텅스텐 실리사이드, 몰리브덴 실리사이드등과 같은 금속 실리사이드상에 적용될 수 있다.

여기서, 플라즈마는 다양한 플라즈마 리액터에서 발생하는 고밀도 플라즈마일 수 있다. 이러한 플라즈마 리액터는 고밀도 플라즈마를 일으키기 위하여 일반적으로 RF 에너지, 마이크로웨이브 에너지,

자계(magnetic field)등의 고에너지 소스를 갖는다. 일례로, 고밀도 플라즈마는 유도적으로 결합된 플라즈마 리액터, 일렉트론 사이클로트론 공진기(electron-cyclotron resonance:ECR) 플라즈마 리액터, 헬리콘(helicon) 플라즈마 리액터로 불리어지는 트랜스포머 커플드 플라즈마(transformer coupled plasma: TCP™)에 의하여 발생될 수 있다. 고밀도 플라즈마를 제공할 수 있는 고유량 플라즈마 반응기의 일례가 미국 특허 5,820,723에 개시되어 있으며, 인용 참조에서 개시된 내용은 여기에 통합된다.

이상 본 발명을 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러가지 변형이 가능하다. 바람직한 실시예는 예증적인 것으로서 어떠한 식으로도 한정되는 것으로 고려되지 않아야 한다. 본 발명의 범위는 상술한 설명보다는 첨부된 청구범위에 의해 주어지고, 또한 청구범위내에 속하는 모든 변형물과 등가물들은 여기에 포함되는 것으로 의도된다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

지지 본체;

가스 분배 챔버;

상기 가스 분배 챔버내로 압축된 공정 가스를 흐르게 하는 가스 공급관;

상기 가스 분배 챔버내의 압축된 공정 가스가 샤워헤드 뒷면에 압력을 공급하면서, 압축된 공정 가스가 샤워헤드의 뒷면과 반대면 사이로 연장된 개구를 통과하도록 하는, 상기 지지 본체에 의하여 지지되는 샤워헤드; 및

상기 샤워 헤드의 뒷면에 바람직한 가스 압력 분배를 제공하는데 유효한 상기 가스 분배 챔버내의 용기된 표면을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 기판 처리용 가스 분배 시스템.

##### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 용기된 표면은 내부를 관통하는 개구를 갖는 배플 플레이트의 비평탄한 상부 및/또는 하부 표면을 포함하고,

상기 가스 분배 챔버는 배플 플레이트 상부의 상부 플레뉴와 배플 플레이트 하부의 하부 플레뉴를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

##### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 용기된 표면은 상기 지지 본체의 비평탄한 하부 표면이 되고,

상기 가스 분배 챔버는 상기 용기된 표면과 상기 샤워헤드의 뒷면 사이의 개방 공간을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

##### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 가스 공급관은 배플 플레이트를 향하는 평탄한 표면내의 중앙 개구를 통해서 공정 가스를 공급하고,

상기 배플 플레이트는 그것의 중심 부분에서 그 두께가 더 크고, 그것의 가장자리 부분에서 그 두께가 더 작은 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

##### 청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 가스 공급관은 상부 플레뉴의 외곽 영역으로 개방되는 가스관을 통하여 공정 가스를 공급하고,

상기 배플 플레이트는 그것의 중심 영역에서 그 두께가 더 작고, 그것의 가장자리 영역에서 그 두께가 더 큰 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

##### 청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 배플 플레이트는 상기 상부 표면으로부터 하부 표면으로 연장된 균일한 크기의 개구를 갖고,

상기 개구들은 배플 플레이트의 중앙에서는 더 큰 길이를 갖고, 배플 플레이트의 가장자리에서는 더 짧은 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

##### 청구항 7

제 2 항에 있어서, 상기 배플 플레이트는 상기 상부 표면으로 부터 하부 표면으로 연장된 균일한 크기의 개구를 갖고,

상기 개구들은 배플 플레이트의 중앙에서는 더 짧은 길이를 갖고, 배플 플레이트의 가장자리에서는 더

긴 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

#### 청구항 8

제 3 항에 있어서,

상기 가스 공급관은 상기 지지 본체의 하부 표면에 있는 중앙 개구를 통하여 공정 가스를 공급하고, 상기 개방 공간은 중앙 영역이 보다 작고, 가장자리 영역이 보다 큰 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

#### 청구항 9

제 3 항에 있어서,

상기 가스 공급관은 상기 개방 공간의 가장자리 영역으로 개방된 고리형 채널을 통하여 공정 가스를 공급하고,

상기 샤워헤드는 가장자리 영역의 용기된 표면과 밀접하게 배치되고, 상기 개방 공간의 중앙 영역내의 용기된 표면과는 멀리 배치되는 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 지지 본체는 냉각수가 순환될 수 있는 적어도 하나의 냉각 채널을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

#### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 용기된 표면은 지지 본체와 일체로 된 배플 섹션의 상부 및/또는 하부의 비평탄한 표면이 되고,

가스 분배 챔버는 상기 배플 섹션 상부의 상부 플레넘 및 상기 배플 플레이트 하부의 하부 플레넘을 포함하고,

상부 플레넘은 상기 지지 본체의 상부 측벽 및 상기 상부 측벽에 마주하여 밀폐시키는 커버 플레이트에 의하여 에워싸여져 있고,

하부 플레넘은 지지 본체의 하부 측벽 및 상기 하부 측벽에 마주하여 밀폐시키는 샤워헤드에 의하여 에워싸여져 있는 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

#### 청구항 12

제 2 항에 있어서,

상기 지지 본체는 상기 배플 플레이트를 통과하는 공정 가스를 공급하는 제 2 가스 공급관을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

#### 청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 샤워헤드는 플라즈마 챔버의 샤워헤드 전극인 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

#### 청구항 14

제 2 항에 있어서,

상기 개구들은 동일한 직경을 갖고,

상기 개구는 상기 가스 공급관으로 부터 멀리 떨어질수록 점진적으로 짧은 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

#### 청구항 15

제 2 항에 있어서,

상기 개구는 상기 가스 공급관으로 부터 멀리 떨어질수록 점진적으로 커지는 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

#### 청구항 16

제 2 항에 있어서,

상기 배플 플레이트는 원뿔 형태를 갖고,

상기 개구들은 동일한 직경을 갖고며,

상기 배플 플레이트를 관통하는 상기 개구들은 서로 다른 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

#### 청구항 17

제 2 항에 있어서,

상기 배플 플레이트의 가장자리 영역에 있는 개구는 배플 플레이트의 중앙 영역 인근에 있는 개구보다 더 큰 직경을 갖는 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

#### 청구항 18

제 2 항에 있어서,

적어도 일부의 개구들은 개구의 길이에 따라 변화하는 직경을 갖는 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

#### 청구항 19

제 2 항에 있어서,

적어도 일부의 상기 가스 공급관의 출구는 테이퍼 형상인 것을 특징으로 하는 가스 분배 시스템.

#### 청구항 20

가스 분배 시스템이, 가스 공급관을 갖는 지지 부재, 상기 가스 공급관으로부터 가스가 그 내부의 기하학적으로 제어된 개구들을 통과하도록 배열된 균일하지 않는 두께의 배플 플레이트 및 상기 배플 플레이트를 통과하는 가스가 그 내부의 개구들을 통과하도록, 지지 부재에 의하여 지지되는 샤워헤드를 포함하는 반응 챔버에 있어서,

상기 반응 챔버로 반도체 기판을 공급하는 단계;

상기 공정 가스가 상기 샤워헤드를 통하여 상기 반도체 기판 상부의 영역으로 통과한 후, 상기 배플 플레이트의 하부면의 배출구(outlet)에서 원하는 압력으로 분포되도록, 상기 가스 공급관을 통해 상기 배플 플레이트 위로 공정 가스를 흘려주고, 기하학적으로 제어된 개구부로 통과시키는 단계;

상기 공정 가스로 웨이퍼를 처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

#### 청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 가스 공급관은 지지 부재와 배플 플레이트 사이의 플레뉴의 중앙 부분에 위치하고,

상기 배플 플레이트는 균일한 직경의 개구를 갖는 원뿔 형태이며,

상기 배플 플레이트의 중앙에서 가장자리로 갈수록 점진적으로 길이가 짧아지고,

상기 샤워헤드는 프로세스 가스가 그 내부를 통과하면서 플라즈마 상태가 되도록 전류를 가하는 샤워헤드 전극이며,

가스 압력 분배는 배플 플레이트의 저면에 걸쳐 균일한 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

#### 청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 공정 가스가 노출된 반도체 기판과 접촉되는 플라즈마를 형성하도록, 샤워헤드 전극에 RF 파워를 공급하여 반도체 기판상의 층을 식각하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

#### 청구항 23

제 20 항에 있어서,

상기 반도체 기판은 실리콘 기판을 포함하고, 상기 방법은 절연층, 반도체층 또는 상기 웨이퍼상의 도전층을 건식 식각하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

#### 청구항 24

제 20 항에 있어서,

상기 방법은 반도체 기판상에 물질층을 증착하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

#### 청구항 25

제 20 항에 있어서,

상기 샤워헤드는 샤워헤드 전극을 포함하고,

상기 지지 부재는 온도 제어 부재를 포함하고,

상기 방법은 상기 온도 제어 부재를 통하여 냉각수를 통과시킴에 의하여, 샤워헤드로부터 열을 배출시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

#### 청구항 26

제 20 항에 있어서,

상기 기판상의 절연층의 노출된 부분을 통해서 개구부들을 기판상의 전기적 도전층 또는 반도체층까지



식각하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

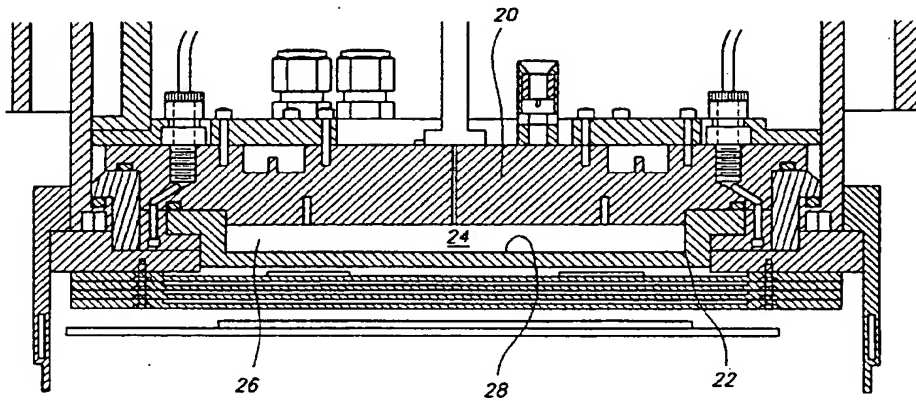
청구항 27

제 26 항에 있어서,

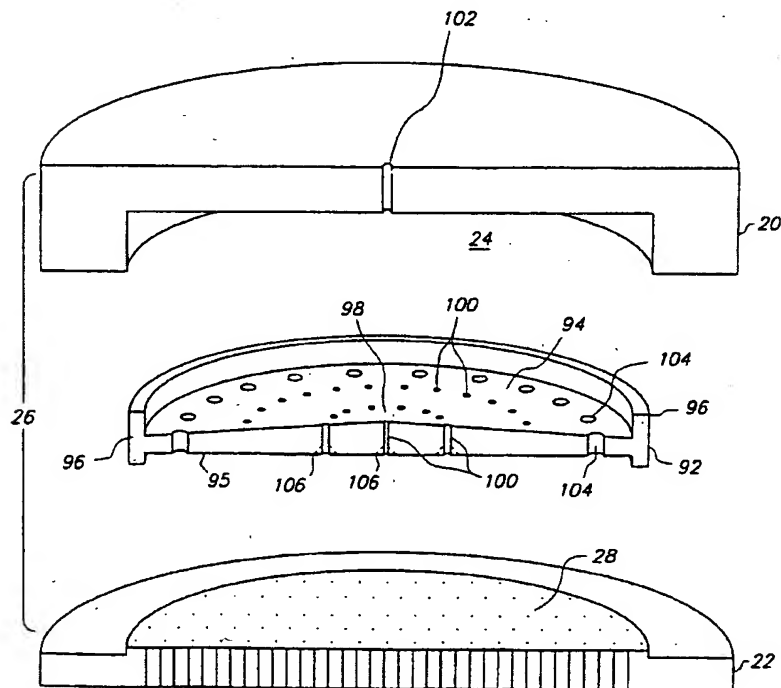
상기 식각 공정은 듀얼 다마신 구조를 제조하는 공정의 일부를 수행하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

도면

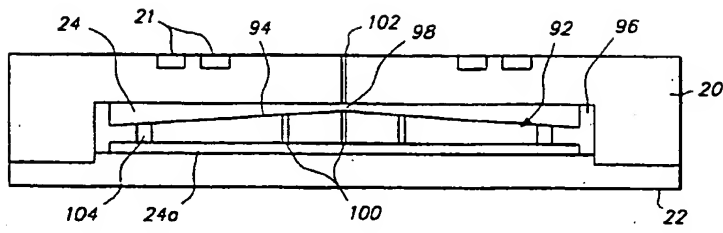
도면1



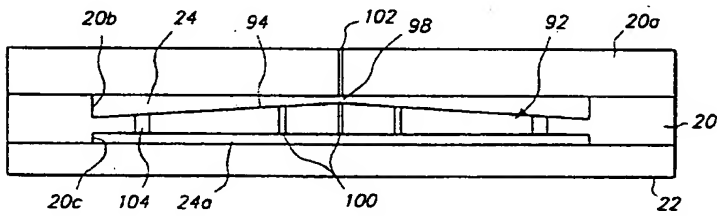
도면2



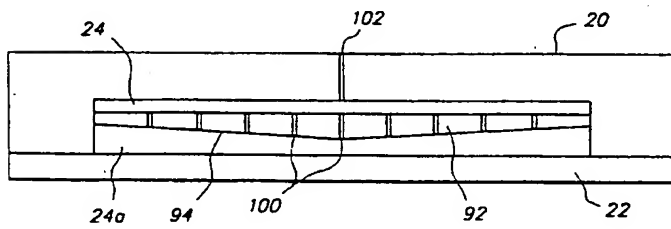
도면3a



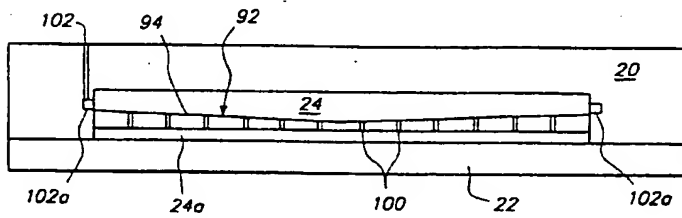
도면3b



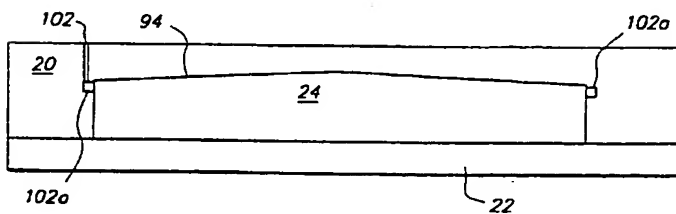
도면3c



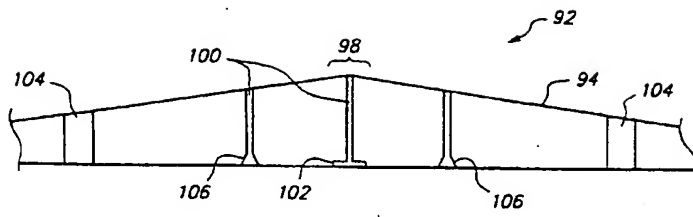
도면3d



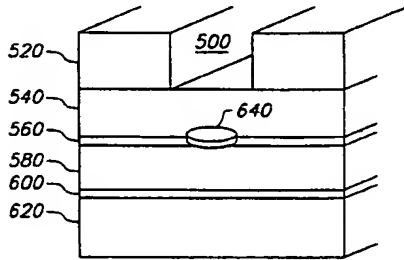
도면3e



도면4



도면5a



도면5b

